第十四章　飼料玉米

飼料玉米土壤管理與施肥推薦參考資訊

農業試驗所農業化學組　譚增偉

一、生育特性與適宜栽植風土條件

(一) 玉米的生育

1. 生育階段

(1) 苗期階段

玉米苗期是指播種至拔節的一段時間，是以生根、分化莖葉為主的營養生長階段。管理的中心任務為促進根系發育、培育壯苗，達到苗早、苗足、苗齊、苗壯的“四苗”要求。

(2) 穗期階段

玉米從拔節至抽雄稱為穗期。生長特點是營養生長和生殖生長同時進行，葉片、莖節等營養器官旺盛生長和雌雄穗等生殖器官強烈分化與形成。田間管理的中心任務為促進中上部葉片增大，莖稈墩實的豐產長相，以達到穗多、穗大的目的。

(3) 花粒期階段

玉米從抽雄至成熟這一段時間，稱為花粒期。玉米抽雄、散粉時，所有葉片均已展開，植株已經定長。生育特點就是基本停止營養體的增長，而進入以生殖生長為中心的階段，田間管理的中心任務為保護葉片不損傷、不早衰，爭取粒多、粒重，達到豐產。

(二) 生育期和生育時期

1. 生育期

玉米從播種至成熟的天數，稱為生育期。生育期長短與品種、播種期和溫度等有關。一般早熟品種、播種晚的和溫度高的情況下，生育期短，反之，則長。

2. 生育時期

各生育時期及鑒別標準如下：

(1) 出苗期：幼苗出土高約 2 cm 的日期。

(2) 三葉期：植株第三片葉露出葉心 3 cm。

(3) 拔節期：雄穗伸長，莖節總長度達 2- 3 cm，葉齡指數 30 左右。

(4) 小喇叭口期：雌穗進入伸長期，雄穗進入小花分化期，葉齡指數 46 左右。

(5) 大喇叭口期：雌穗進入小花分化期、雄穗進入四分體期，葉齡指數 60 左右，雄穗主軸中上部小穗長度達 0.8 cm 左右，棒三葉甩開呈喇叭口狀。

(6) 抽雄期：植株雄穗尖端露出頂葉 3-5 cm。

(7) 開花期：植株雄穗開始散粉。

(8) 抽絲期：植株雌穗的花絲從苞葉中伸出 2 cm 左右。

(9) 子粒形成期：植株果穗中部子粒體積基本建成，胚乳呈清漿狀，亦稱灌漿期。
(10) 乳熟期：植株果穗中部子粒幹重迅速增加並基本建成，胚乳呈乳狀後至糊狀。
(11) 蠟熟期：植株果穗中部子粒幹重接近最大值，胚乳呈蠟狀，用指甲可以劃破。
(12) 完熟期：植株子粒幹硬，子粒基部出現黑色層，乳線消失，並呈現出品種固有的顏色和光澤。一般田間以 50 %以上植株進入該生育時期為標誌。

(三) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

1. 國內主要栽培品種

表 1、國內玉米主要栽培品種及相關特性

品種	生產潛力(產量,kg/ha)	生育日數(天)	產地分佈
臺農 1 號	> 6,000	秋作為 106 - 130	全省
臺南 20 號	6,500 - 7500	秋作為 112 - 130	全省
臺南 24 號	7,000 - 8,000	春作為 116 - 120 秋作為 130 - 140	全省
明豐 3 號	7,000 - 9,000	秋作為 140- 160	全省

(1) 臺農 1 號

有高產潛力，籽粒為橘黃色半馬齒型。抗倒伏，苞葉易剝，且籽粒不易破碎，適合機械採收。臺農 1 號生育期適中，於九月種植，可於隔年一至二月中旬收穫，故適於水稻 (一期作) — 綠肥田菁 (七至八月) — 硬質玉米 (九至一月) 的輪作體系。此品種民國 76 年農業試驗所育成，抗普通型銹病、煤紋病，耐玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統，但不抗露菌病及南方型銹病。

(2) 臺南 20 號

具高產潛力，苞葉枯黃時籽粒含水量約 30- 32 %，故須等待 7- 14 天，再以機械採收，籽粒才不易破損。惟須注意臺南 20 號植株在乾枯時，會發生倒折現象，不利機械收穫。生育期較臺農 1 號晚約 7- 15 天，須於九月種植，方可於一月底至二月中旬收穫。

此品種民國 87 年臺南區農業改良場育成，抗露菌病、莖腐病、病毒病、銹病 (包括普通型及南方型銹病)及玉米螟。子粒屬半硬粒種，呈橘黃色，果穗碩長，頂端子粒飽滿充實，具有高產潛力。

(3) 臺南 24 號

每公頃乾籽實產量約 7,000- 8,000 公斤。苞葉枯黃時籽粒含水量約 30- 32 %，故須等待 7- 14 天，再以機械採收，籽粒才不易破損。植株乾枯時，一般不會發生倒折。生育期較臺農 1 號晚約 10-20 天，須於九月種植，方可於二月收穫。目前種苗改良繁殖場生產硬質玉米臺農 1 號、臺南 20 號、臺南 24 號雜交種子並販售給農民種植，農民可透過各地區農會購買上述硬質玉米品種的雜交種子。

此品種為民國 98 年臺南區農業改良場育成雜交新品種，全年可栽培。具有抗露菌病、銹病、葉斑病、莖腐病、抗倒伏倒折之特性。植株高大，莖稈粗壯，

葉片濃綠寬大，抗病性強。

(4) 豐 3 號

為晚熟品種，苞葉枯黃時籽粒含水量約 30 %，故須等待 7-14 天，再以機械採收，籽粒才不易破損。植株在乾枯時，一般不會發生倒折。生育期較台農 1 號晚約 20- 30 天，須於九月種植，方可於二月收穫。

此品種為為私人種苗公司引進國外的玉米品種，屬雜交品種，植株高大強健，具抗倒伏性、抗銹病、抗葉斑病，莖稈及苞葉為紫紅色。

(四) 產業介紹

飼料玉米為家禽畜飼料主要來源，因籽實澱粉含量用途廣，也可供其他產業使用，為國際間重要農產品貿易項目。根據財政部關務署統計資料，民國 101 年自國外進口飼料用玉米數量達 360 萬噸，約新臺幣 350 億元。主要進口國為巴西（45 %）、美國（26 %）、阿根廷（19 %），而根據農委會農業統計資料顯示民國 100 年臺灣飼料玉米種植面積約 6,700 公頃，產量約 35,000 噸，顯示受限於生產成本過高，缺乏競爭力，國內飼料玉米來源以進口為主，飼料玉米自給率約 0.9 %。每當國際玉米主要產地減產時，常導致國際飼料玉米價格上揚，連帶影響國內肉品價格，進而影響民眾飲食消費情形。

臺灣飼料玉米種植面積最多曾達 6 萬公頃，產量約 29 萬公噸，民國 90 年飼料玉米種植面積尚有 13,500 公頃，產量 5.9 萬公噸，但民國 91 年起加入 WTO 後，各項農作物，包括水稻、蔬菜、雜糧等栽培面積減少，休耕面積增加。為有效引導休耕農地復耕，民國 97 年起將飼料玉米納入「水旱田利用調整後續計畫」契作獎勵項目，鼓勵休耕地契作飼料玉米，每公頃每期作發給契作農民獎勵上限 4.5 萬元，並輔導農會協助農民辦理契作及銷售玉米籽實供製飼料，以提高國內飼料玉米自給率。民國 102 年農委會全面推動「調整耕作制度活化農地計畫」，除提供每期作每公頃 4.5 萬元的補貼金，也按繳售乾玉米粒重量補助烘乾費。另輔導臺灣省農會整合鄉鎮市區農會辦理契作飼料玉米收購及銷售作業，契作收購玉米籽實，如銷售價格高於付給之契約價格，會將 90%價差回饋農民，保障農民收益。目前嘉義、臺南為臺灣飼料玉米主要產地，配合政府減少休耕地面積，鼓勵休耕農地復耕，提高糧食自給率。

(五) 栽培管理要點

1. 整地

玉米根系分佈深廣，為利於根系的生長，耕犁宜深。一般在土壤含水量在 85 %時，播種前先施堆肥或基肥，再利用耕耘機耕犁、碎土、整平。排水良好之砂質壤土，可採不整地栽培，而排水不良的粘質土壤則宜採作畦播種。

2. 播種期及栽培密度

(1) 播種期

台灣各地區的春作及秋作各地種植玉米之適當播種期如表 2 所示

(2) 播種方法及播種密度

一般硬質玉米之播種多採用真空雙層施肥播種機進行播種，亦可用機械真空播種器或中耕機附掛履帶式播種器進行播種。飼料玉米行株距為 75 × 18-24 公分，每穴 1 粒，每公頃株數 5,000 - 77,000 株。播種覆土後一至二天內，萌芽前，可

任選下列一種藥劑防除雜草，每公頃 3 公斤的 50 %施圃草脫淨可濕性粉劑，稀釋至 600 公升，或 4 公斤的 50 %撲多草乳劑稀釋 250 倍後，均勻噴施於土面。

3. 一般施肥量與施肥方法

目前台灣栽培玉米，氮、磷、鉀三要素之推薦施用量分別為每公頃氮 150- 300 公斤、磷酐 50- 150 公斤、氧化鉀 50- 100 公斤。相當每公頃施用硫酸銨 666- 1,000 公斤、過磷酸鈣 388- 666 公斤及氯化鉀 80- 130 公斤。

玉米施肥可分為基肥及追肥。為便於施肥，可以台肥 39 號複合肥料每公頃施用 400 公斤當作基肥，並於播種後 25- 30 天 (植株長到約膝蓋的高度，約 8 片葉片) 及 45-50 天分別施用追肥，每公頃施用硫酸銨或硝酸銨鈣或台肥 1 號複合肥料 200 - 250 公斤。

或為省工只施一次追肥，可在播種後 25- 30 天 (植株長到約膝蓋的高度，約 8 片葉片) 時施肥，每公頃施用硫酸銨或硝酸銨鈣或 1 號複肥 (20-5-10) 400- 450 公斤。施肥位置宜在植株旁 5 - 8 公分。玉米之之精準施肥與營養管理宜以土壤及植體營養診斷分析為基礎，詳見如後敘述。

4. 間苗

玉米栽培密植易徒長，發育不良，疏植株數不足易影響產量。如採真空播種機播種，每穴一粒，無須間苗。如採人工播種，每穴二粒，待株高 15- 20 公分時間苗，每穴留一株，間苗不宜過早或過遲。

5. 中耕、除草、培土

一般玉米生育期約進行一至二次中耕，主要功用在防除雜草，並具培土的功能。另為提高追肥效果，可在追肥施用後，即進行中耕，惟中耕不可過深，以免切斷根系。

6. 灌溉、排水

玉米對水分需求量因生育期不同而異。生育初期，除土壤乾旱至植株缺水葉片捲曲外，通常不需灌溉。一般而言，播種後 25- 30 天和雄穗抽出始期及吐絲期為玉米植株需水的重要時期，土壤如乾旱，應進行灌溉。亦可配合施用追肥及中耕培土作業，即是先行灌後，待土壤稍乾燥後，再施追肥及進行中耕培土工作。

玉米幼苗期最忌淹水，故應特別注意排水，以免造成傷害。玉米生育期間如浸水，會使莖葉變黃，發育受阻，甚至枯萎，嚴重影響產量與品質。因此，玉米生育期間，如遇雨季，應做好排水工作，嚴防田間積水。

7. 病蟲害防治

目前在嘉南地區農民於秋作種植硬質玉米時，多不噴藥防治病蟲害。惟臺農 1 號植株在秋作九月種植或春作時期易發生銹病，需進行病蟲害防治。

8. 收穫

硬質玉米是以採收乾籽實。當果穗苞葉枯白，果穗末端的籽粒堅硬，捏壓而無汁液滲出時為採收適期。目前均以機械採收，宜俟子粒水分降至 28 - 30 %時實施，以免籽粒破損過多。機械收穫果穗，亦同時脫粒，再用烘乾機進行籽粒乾燥。烘乾後之籽實應乾燥至水分含量降至 13 %以下，俾利貯藏或繳交農會收購。目前嘉南地區的硬質玉米多由代耕中心採用大型收穫機進行採穗、去苞葉、脫粒的一貫化作業，並代送乾燥中心烘乾。

圖 1、飼料玉米機械栽培處理作業 A. 機械整地工作 B. 機械施基肥及播種工作 C. 機械追肥及中耕培土工作 D. 機械採收硬質玉米 E. 收機輸送玉米粒 F.玉米粒倒入烘乾機 G.. 玉米粒進行烘乾作業 H. 乾燥後的硬質玉米粒

(六) 氣候環境與品種對產量的影響

玉蜀黍 (*Zea mays L.*) 原屬熱帶短日性植物，生態適應性大，栽培區極廣。台灣地處亞熱帶，年平均氣溫在 20℃以上，年雨量超過 1,500 公厘以上，適於玉米的生長，且由於生育期短，所以幾乎一年四季均可栽培。因夏季氣溫及濕度均高，病蟲害多，更常有颱風豪雨，因此，栽培困難；冬季則因氣溫較低，玉米發育緩慢，成熟延緩，常影響下期作的種植。台灣玉米之栽培，北部、東部以春作為主，中南部則以秋作居多。

本省秋作玉米之播種時期，台南地區為九月下旬至十月上旬，高雄地區則為八至九月間中南部秋作玉米適播期為九月至十月中旬，遲至十月下旬播種，生育日數隨著氣溫下降而延長。相關結果顯示十月初旬及下旬播種之玉米產量僅達九月下旬播種者之 77 % 和 40 %，即秋作玉米的生長及產量與播種期有密切相關，產量隨播種期之延後而顯著降低。而春作玉米生育日數隨播種期延後而縮短，不同播種期間子粒實際充實日數的差異不明顯，本省春作玉米之播種期一般在三月中旬以前。

表 2、台灣各地區玉米播種適期

地區	春作	秋作
高屏地區	一月下旬至二月中旬	九月上、中旬
嘉南地區	二月中旬至三月上旬	九月上、中旬
中部地區	二月中旬至三月中旬	八月中、下旬
北部地區	二月下旬至三月上旬	八月中、下旬
台東地區	二月上旬至三月上旬	八月下旬
花蓮地區	二月中旬至三月中旬	八月下旬

簡言之，玉米起源美洲，屬熱帶作物，適合在溫暖、水分充足且日照多的地區栽培，在生育初期及抽穗時需要充足的水分。玉米在臺灣各地全年皆可栽培，但考量梅雨、東北季風等影響產量之因素，氣候以中南部地區較為合適降雨量影響產量的時期主要在營養生長階段，而以生長初期及在玉米臨界生長期 (critical period) 約在吐絲期前後二週。玉米吐絲期之前或後缺水可減產 20- 25 %，吐絲期減產可高達 50 %，授粉期缺水二天減產 22 %，缺水一週則減產 50 %。

在玉米臨界生長期增加光照度 及延長光週期，均可增加產量，減少光照度則產量顯著下降。玉米種植於不同期作下，由於氣候環環境的變異，產量也不相同，冬作玉米產量高於夏作。不同玉米品系對溫度之感應不同、對光強度、光照時數之感應亦不相同。

(七) 土壤環境與產量的關係

1. 土壤特性

以土層深厚，排水良好，富含有機質之肥沃壤土為佳，而土壤酸鹼度以 pH 值 6.0 - 7.0 最佳。玉米除保水力極差的砂土及對根部有發育不良影響的黏重土及排水

不良的水田外，其餘任何土壤均可栽培；如係利用水田轉作玉米，因係前作種植水稻，應注意排水是否良好。如是強酸性土壤（pH 值 5.0 以下)，每公頃應施用矽酸爐渣 3 噸或石灰石粉 2-3 噸，於播種前二星期全 面混入土中，使土壤酸鹼度 pH 值維持在 6 - 7 的程度，以增進土壤中各元素的有效性。

本省稻田普遍有犁底層存在，底土硬度與玉米根系之發展有關。玉米根系無法穿透總體密度 1.5g/mL 的坋質黏壤土，根穿透土壤除了與總孔隙量有關，尚與土壤大小孔隙的比例亦有關係，細質地土壤大孔隙少，小孔隙多，土壤的機械阻力（土壤硬度 soil strength)，亦為土壤密度的指標，通常根系穿透土壤百分率在土壤硬度 3-15 bar 範圍內呈直線下降之負相關，而在 25 bar 時根已無法穿透。土壤強度在超過 10 kg/cm^2 時，稻根已無法穿透土壤。日本公認阻礙根系發展土壤硬度為 30 bar，而根群發達良好土壤之硬度在 10 bar 以下。

水田浸水耕犁之方式，使土壤粗孔隙被破壞，易使耕犁層土壤構造退化及耕犁層壓實，而密實通氣不良的土壤嚴重影響旱作物的根系與地上部之生育。又玉米、番茄、棉花等作物，當地下水位較高時作物對氮、磷、鉀、硼及鋅之吸收均降低。排水不良田，經埋設暗管改善，施氮肥的增產效果可由原 20 %大幅提高到 50 %，而不同排水等級土系間，秋作王米產量差異較少，春作則差異大，排水良好之陳厝寮系較排水不良的大肚系高出 60 %。

2. 氮營養對玉米生育及產量之影響

玉米一般隨氮肥用量的增加而產量增加，因高氮肥下多穗型品種營養器官內乾物質再移轉性較大；玉米子實充實速率隨氮肥用量增加而提高，玉米單位產量與子實氮含量密切相關。生育過程中雌穗抽絲期以前所吸收之氮僅佔全吸收量之 40%，可見雌穗抽絲期至收穫之子實成熟期間玉米仍需多量氮肥的供給。但過多的氮肥施用對子實之充實有負效果。

有關玉米氮肥施用量之試驗有：黃和謝 (1983) 針對玉米早熱品種(台南 85 號)之試驗結果顯示適合之氮肥用量為 120 公斤/公頃，而配合稻田轉作所推廣之高產玉米品種 (台農 351) 之氮肥施用之研究則有：林 (1985) 指出玉米 (台農 351) 施用氮 200 公斤/公頃者比 160 公斤/公頃者增產 3-15 %，張 (1985) 則指出秋作玉米 (台農 351) 以施氮 150 公斤/公頃者產量最高，較 100 公斤/公頃者增產 5 %，但施氮肥 200 公斤/公頃者反比施 150 公斤/公頃處理減少 8 %，黃和徐 (1987) 探討玉米 (台農 351) 之肥料需要量時指出氮之理想用量為 150-200 公斤/公頃。連 (1986) 探討玉米 (台農 351) 在轉作田之肥料需用量與土壤肥力相關之試驗顯示秋作玉米之氮需要量平均為 150-250 公斤/公頃，經濟用量平均則約為 165 公斤/公頃。

氮肥施用時期會影響玉米乾物質生產及分配以及產量，如將全量氮肥於基肥時施用，則可促進玉米的營養生長，若於中耕期施用，可提高收獲指數而使子粒產量增加。於生育中期施用氮肥因根系較健全對氮肥之吸收及轉運較佳，使穀粒充實時期可轉運較多氮至子粒內，故認為於有灌溉設備地區氮肥宜晚施。於子粒充實期給予充足的氮肥及合宜的灌溉可增加玉米產量。

葉片分析營養診斷：玉米子實產量與吐絲期葉片氮含量有相關，子實產量隨著氮含量增加而增加，最高子實產量之葉片氮含量為 26.9 g/kg，葉片氮含量隨氮肥用量增加而增高，即玉米之子實產量隨葉片氮含量之增加而提高，尤以吐絲期者葉片

氮含量最為密切。玉米吐絲期著果穗葉的氮、磷、鉀含量與氮肥的施用量無關。通常吐絲期葉片氮含量之臨界值界於 28 - 29 g/kg。

(八) 水分灌溉管理

台灣中南部秋作為旱季，一般作物需賴灌溉以獲得正常之生育。有研究指出玉米雄穗抽出期及授粉期缺水一至二天即可導致 22 %減產,缺水六至八天減產 50 %，吐絲前之營養生長期缺水導致玉米減產 25 %，吐絲期缺水減產 50 %，吐絲後子粒充實期缺水減產 21 %。

玉米對水分需求量因生育期不同而異。生育初期，除土壤乾旱至植株缺水葉片捲曲外，通常不需灌溉。一般而言，播種後 25-30 天和雄穗抽出始期及吐絲期為玉米植株需水的重要時期，土壤如乾旱，應進行灌溉。

表 3、灌溉 (配合穗肥) 對玉米產量的影響

產量\處理	無灌溉(僅施肥)		施肥前一天灌溉		施肥後一天灌溉	
	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作
產量指數	100	100	114	117	117	127

(九) 夏作田菁有無及整地與否對秋作玉米生育及收量之效果

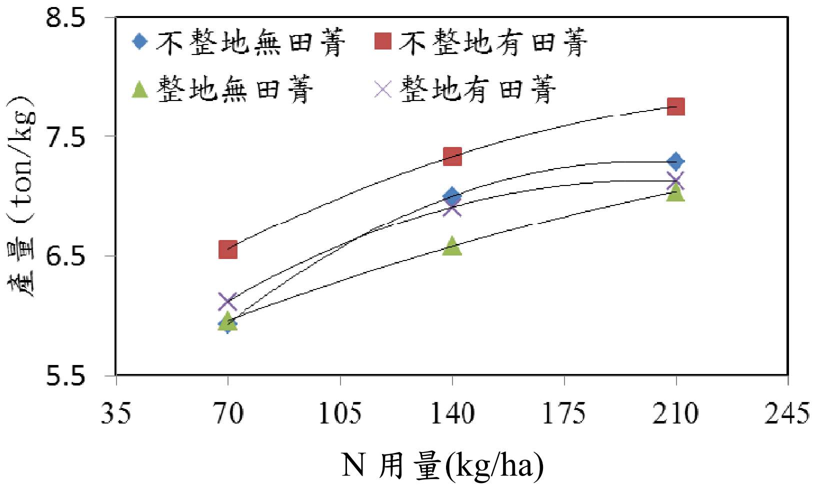


圖 2、夏作田菁有無及整地與否對秋作玉米產量之影響

1. 不整地下之夏作田菁敷蓋效果

本田間試驗資訊中不整地區之玉米施肥播種係應用農試所研製之「圓盤切割式不整地施肥播種機」進行；其中遇有田菁夏作，則使用該機壓倒的同時施肥播種同時噴施殺草劑 (巴拉刈) 而壓倒後之田菁則成為玉米田之敷蓋物。

雖然夏作田菁區及對照區均有前作稻葉敷蓋 (5t/ha 左右)，但夏作田菁區因尚有田菁敷蓋，其敷蓋情形較對照 (副) 區顯著良好，雜草較少，其玉米生育自始即較對照區良好，子實收量亦顯著增高；在 N1、N2、N3 各級氮用量平準之下，夏作田菁敷蓋區較對照區分別各增產 1.00、0.48、0.51 t/ha 及 0.63、0.33、0.47 t/ha，顯

示夏作田菁敷蓋的效果在少氮下最為明顯；即使在充足的氮用量下，夏作田菁敷蓋區之收量仍高於對照；顯示前者有氮供給以外的效果。夏作田菁覆蓋不整地栽培區，具有之較佳的土壤理化性質，例如：

(1) 適當之粗孔隙率與較高有效水分。

(2) 土壤水分之保持較為穩定。

(3) 旺盛而深入土中之田菁根系形成之根孔，使土壤具較高之入滲速率。

(4) 降低鹽分地表土置換性鈉含量及電導度測值。

以上均利於玉米根系的發展及活性之維持，水分及養分的吸收，使生育良好，產量提高。

2. 整地下之夏作田菁掩埋效果

玉米整地栽培區，前作之田菁（即水稻-玉米輪作田之田菁中間作)按一般習慣，於耕犁時將其掩埋於土中，然後才施肥播種。在本試驗中此項處理區亦較其對照區有子實收量上的顯著增產，但增產量較不整地下之夏作田菁敷蓋區為低。在N1、N2、N3 各級氮用量平準下，夏作田菁掩埋區較對照區分別各僅增產 0.20、0.19、0.13 t/ha 及 0.16、0.33、0.09 t/ha。(如圖 2 所示)

3. 整地與不整地效果之比較

整地區與不整地區收量之氮效應，在少氮用量下，整地區之玉米收量有顯著高於不整地區之趨勢，但在多氮下，反之。雖少氮區時差異不大， 1989 與 1990 兩年，不整地低氮區之收量低於整地低氮區，而 1991 年秋作整地區玉米初期因田面乾旱，生育顯著地較不整地區差，致使收穫時少氮區整地區玉米產量顯著低於不整地區達 800 kg/ha (無田菁區)及 1,100 kg/ha (田菁區) 。導致三年平均不整地低氮區玉米產量不低於整地區 (此突顯出整地區玉米生育初期易因土壤過度乾燥而影響產量)。因整地可以促進土壤氮的礦化，故在少氮下可以減少一些缺氮的可能性。反之，在充足氮肥施用下，則整地區上述氮素礦化之利處已不存在，而其土壤物理性面之短處 (如整地區表土較不整地區鬆，易缺水，灌溉後卻易變密實) 卻會顯現，故其收量較不整地區為低。

在整地下，夏作田之掩埋原可期待其有較多之氮素礦化，因此，可節省較多氮肥，但同是整地下之夏作田菁掩埋區和其對照區之氮效應 (或氮需要量) 接近，可見該項期待並不正確。此外，中間作田菁掩埋不但較不整地敷蓋耗工，遇雨時耽擱播種期 (因土壤被水飽和) 之困擾亦是較大。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一)土壤養分需求

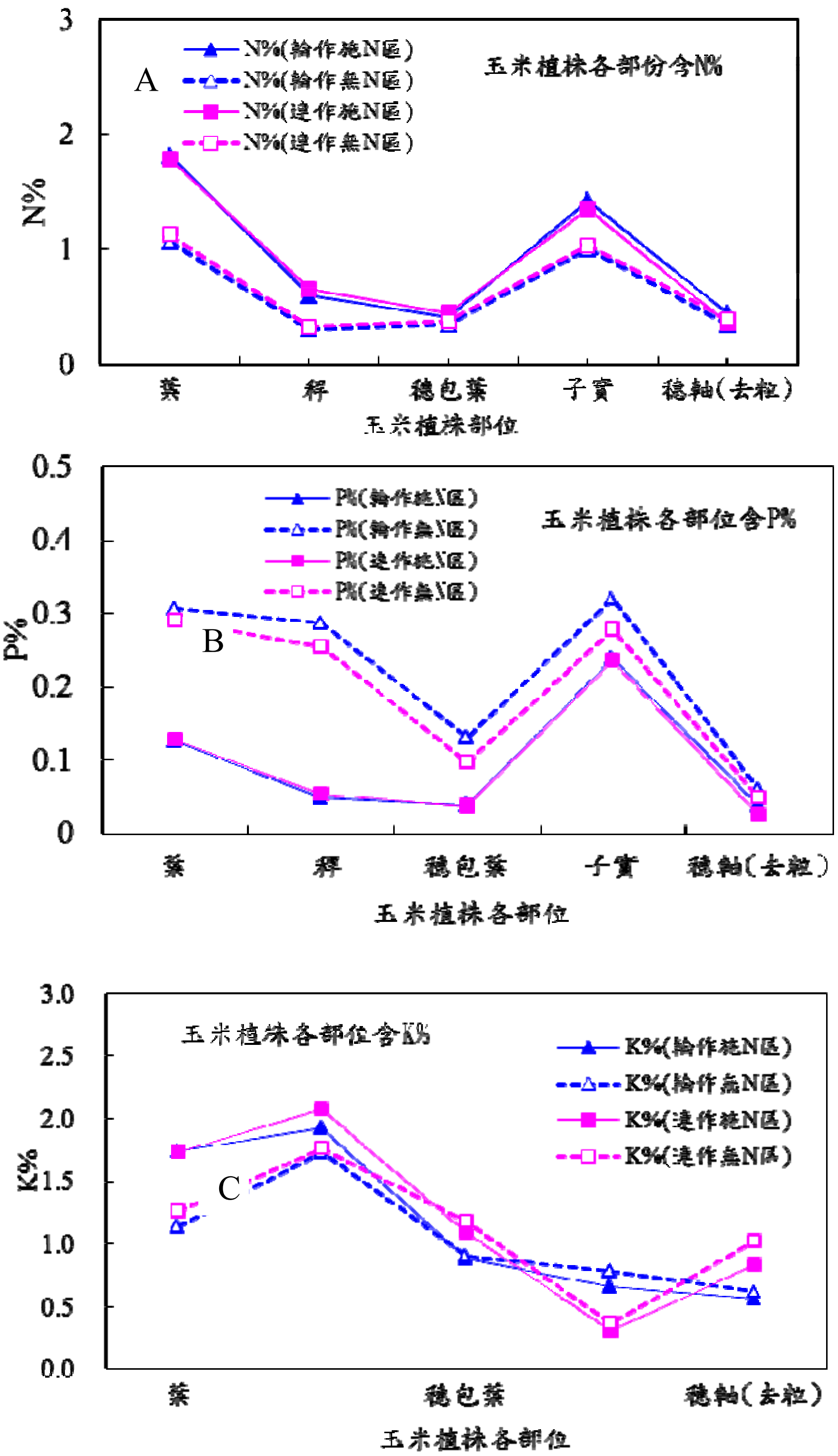


圖 3、玉米植株各部位 NPK 含量(A.-N%、B.-P %、C.-K%)。

收量 6.5 噸/公頃之玉米植株三要素吸收量為氮、磷酐、氧化鉀各為 120、45、100~120 公斤/公頃；其中子實之三要素攝取量各為 85、35、24 公斤/公頃。

氮與磷酐之推薦量各為 185 與 100 公斤/公頃實際上已超過此等要素之植株全吸收量或子實之攝取量；吸收剩餘之磷肥可蓄積於土壤而提高其磷肥力，但剩餘之氮在土壤中之動向卻值得注意。

(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙

鉀及鎂在玉米植體內較易移動，缺乏時新葉會從老葉吸取此等要素，造成大量移往新葉，故缺乏症發生於下方之老葉；氮、磷的移動性屬中等，缺乏症狀發生於全株葉片，唯老葉的缺乏徵狀較新葉嚴重。所有徵狀，輕微時均不易顯現，不易觀察，唯對產量有影響。

1. 缺氮：初期缺氮時，生育受阻葉呈黃綠色細小狀，後期缺氮，氮從老葉移轉至新葉，致老葉顯不同程度之黃色，此係葉的黃色素如胡蘿蔔素、葉黃素，於失去葉綠素後呈現主色的關係。下葉尖端有黃化現象，如持續缺氮，黃化擴展至葉之中肋 而呈 V 型，但葉脈仍呈綠色，在葉組織黃化數日後，葉枯死。嚴重缺氮，整植株黃化、 矮化、葉細小、穗小且子實飽合率低、產量降低。
2. 缺磷：玉米一旦缺磷，會快速而嚴重限制根系發展，即使缺磷不嚴重，地上部生育亦受阻而植株矮小，但葉無明顯症狀，缺磷較嚴重時，通常造成葉呈紫色或褐色，從老葉開始而漸往植株上部，且從葉尖向葉基發展，最後葉尖開始死亡而變暗褐色。大部分玉米品系缺磷時，葉皆呈顯著的紫色，唯有些自交系並不顯現紫色，但其葉尖明顯呈暗褐色，最終組織枯死。磷缺乏症在幼株特別顯著，當幼株表現嚴重缺磷時，即鮮少有機會能克服缺磷現象而正常生長，並且此症狀將延續至成熟期，缺磷有延遲成熟的傾向，在玉米授粉特別明顯，當吐絲延遲或可能一直等到大多數花粉脫落仍不發生時，將造成不完全穗的現象，一般為不規則的子實行列，穗曲扭，穗尖不完全發育。
3. 缺鉀：玉米在任何生育期間均有可能發生缺鉀，但以播種數週後發生最為普遍。缺鉀的最先症狀為節間縮短，植株矮小，且失去正常生育所表現的濃綠色。較嚴重時，老葉的尖端開始產生青銅至黃色，然後，自葉尖沿葉緣延伸，再繼續到基部，嚴重時，玉米褪色葉緣變成褐色乾枯燒焦狀，葉呈現凹凸不平的外觀，最後葉緣及葉尖的組織死亡，只留下葉基部及中肋之小部分尚存綠色。鉀在植株之移動甚速，當一些老葉黃化，一些新葉可能呈現正常並不表現症狀出來，因活性旺盛的新葉可自老葉吸取鉀，老葉因缺鉀而顯現缺鉀症。缺鉀症有時反應在果穗上，果穗變小且先端子實無法生長致變成圓錐形 (禿頂)，已形成之子粒亦成熟不足，澱粉多而蛋白質少。
4. 缺鎂：鎂為葉綠素的成分。幼苗在下葉最先出現症狀，由於葉綠色的消失而形成黃斑，一般最先於葉邊緣出現，而後於葉脈間，最後葉脈間變成淡黃甚至全白，但葉脈仍相當綠，顯現黃白條紋，當缺鎂延續時，沿着葉緣和葉尖呈紅黃色，由下葉開始往上蔓延，在嚴重缺乏時，下葉之葉尖和葉可能死亡，且整株的葉可能都顯現葉脈間的黃或微黃色條狀，缺鎂生育受阻程度外觀上往往不如缺磷或鉀的嚴重，但亦嚴重影響產量。缺鎂時植株較矮，抽穗期、吐絲期及成熟期延遲，產量降低。台農 351 號與台農 1 號即易以上述之微淡黃色特徵出現缺鎂情形。
5. 缺鋅：鋅與葉綠素之生成有關，因此，鋅缺乏，葉呈黃化、白化或淡綠色，更進一步則發生褐變。玉米對鋅的欠缺很敏感，且顯現出容易辨別的症狀，因之它可作為土壤缺鋅的指標作物。通常於發芽後一至二週開始呈現缺鋅症，首先於新葉基部之葉脈間出現淡黃色的條紋或褪色的寬帶，症狀主要局限於葉的下半部，由於葉中肋、葉脈及葉邊緣含鋅量較高，故仍維持綠色，一般新伸出之展開葉為淡黃或白化。老葉常出現赤紅色或褐色斑，然後壞死。缺鋅植株生育受阻且節間變短，雄穗常無

花藥，穗絲之吐出可能延遲且不規則，子實收量減少。缺鋅的另一型態，主葉脈成銀白色，沿著葉的中間成帶狀，徵狀繼續發展，頹壞組織沿主葉脈產生，並膨脹擴展至一半以上的葉，剩下的葉則保留綠色，形成一明顯對比。缺鉀，葉的外緣與中間 部份成明顯顏色對比，缺鎂則葉的底部與葉尖成明顯顏色對比。

圖 4、上左玉米缺磷，上中缺鋅，上右缺鎂。圖下左玉米缺鉀，下中缺氮，下右缺鉀

6. 其他生理障礙如穗之禿頂 (嚴重時往下蔓延)。

民國 101 年玉米秋作 (霧峰) 氣候異常如下左圖；陰雨、日照時數與光照 (輻射強度) 不足 (11 月 17 日至 12 月 9 日)，嚴重影響玉米穗之結實飽和度(圖 5 右)。解決之道，掌握氣象預測前七天噴硼 1 g/L 至 2 g/L 的硼砂溶液數次，對處於不利於灌溉結實的低溫陰雨時期，效果良好。

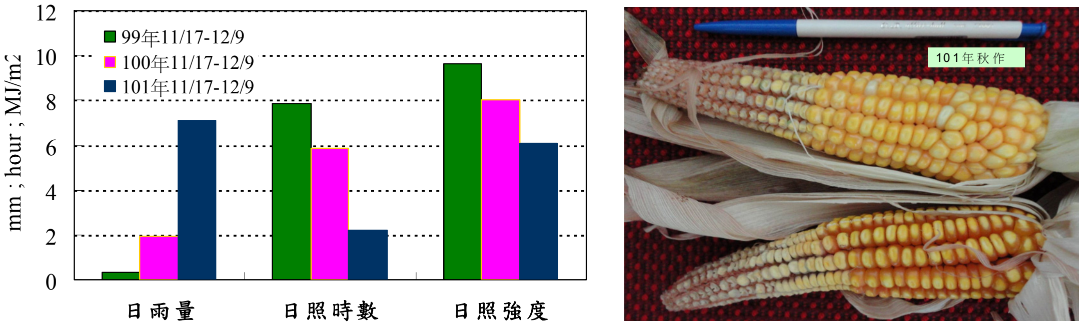


圖 5、陰雨、日照時數與光照 (輻射強度) 不足嚴重影響玉米穗之禿頂與結實飽和度

(三) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

1. 土壤診斷-土壤肥力因子等級或參考值（農試所，1976）

(1) 土壤酸鹼度（農試所，1976）

範圍	等級
＜ 5.6	強酸性
5.6 - 6.5	酸性
6.6 - 7.3	中性
7.4 - 8.0	微鹼性
＞ 8.0	鹼性

(2) 土壤有機質（農試所，1976）

含量範圍 (g/kg)	等級
＜ 10	極低
10 - 20	低
20 - 30	中
＞ 30	高

(3) 可抽取硝酸態氮(NO3--N)　(Marschner，1986)

範圍 (mg/Kg)	等級
＜ 5	極低
5 - 15	低
15 - 25	中
25 - 35	稍高
35 - 50	高
＞ 50	很高

(4) 氮釋放值(mg/Kg N) 1 mg/Kg N＝4.43 mg/Kg NO3--N (Marschner，1986)

範圍 (mg/Kg)	等級
＜20	極低
20-40	低
40-60	中
60-80	高
80-100	很高

(5) 土壤 Bray-1 磷（Bray-1P）(農試所，1976)

範圍 (mg/Kg)	等級
＜20	極低
20-40	低
40-60	中
60-80	高
80-100	很高

(6) 土壤交換性鉀 (農試所，1976)

範圍 (mg/Kg)	等級
0 - 45	極低
46 - 105	低
106 - 240	中
＞ 240	高

(7) 土壤硼 (農試所，1976)

熱水可溶性硼 (mg/Kg)	等級
0 -45	極低
46 - 105	低
106 - 240	中
＞ 240	高

(8) 土壤鈣鎂比 (農試所，1976)

土壤交換性鈣鎂比	等級
＜ 3	極低
3 - 4	低
4 - 5	中
＞ 5	高

(9) 土壤鋅 (農試所，1976)

0.1NHCI 抽出 (mg/Kg)	等級
＜ 2	極低
2 - 5	低
5 - 10	中
＞ 10	高

(10) 土壤保肥力 (陽離子交換能量) (農試所，1976)

陽離子交換能量(cmol/Kg)	等級
＜ 2	極低
2 - 5	低
5 - 10	中
＞ 10	高

2. 玉米葉片營養診斷適宜範圍或參考值 (陳仁炫等，1994)

(1) 膝高期

作物　玉米 (*Zea mays L.*)

數目　15 片葉子

部位　頂部

時期　高度低於 12 吋時

(Jones，1964)

要素	低 (Low)	充足 (Sufficient)	高 (High)
		g/kg	
氮	< 35	35 - 50	> 50
磷	< 3	3 - 5	> 5
鉀	< 20.5	20.5 - 40	> 40
鈣	< 3	3-7	> 7
鎂	< 1.5	1.5 - 4.5	> 4.5
硫	< 1.5	1.5 - 5	> 5
		mg/kg	
硼	< 5	5-25	> 25
銅	< 5	5-20	> 20
鐵	< 50	50-250	> 250
錳	< 20	20-300	> 300
鉬	< 0.1	0.10-10	> 10
鋅	< 20	20-60	> 60

(2) 抽穗前

作物　玉米 (*Zea mays L.*)

數目　12 片

部位　Whorl 底下之葉子

時期　抽穗前

(Jones，1964)

要素	低 (low)	充足 (sufficient)	高 (high)
		g/kg	
氮	< 30	30 - 35	> 35
磷	< 2.5	2.5 - 4.5	> 4.5
鉀	< 20	20 - 25	> 25
鈣	< 2.5	2.5 - 5	> 5
鎂	< 1.3	1.3 - 3	> 3
硫	< 1.5	1.5 - 5	> 5
		mg/kg	
硼	< 4	4 - 25	> 25
銅	< 3	3 - 15	> 15
鐵	< 10	10 - 20	> 20
錳	< 15	15 - 300	> 300
鉬	< 0.1	0.1 - 3	> 3
鋅	< 15	15 - 60	> 60

(3) 結鬚初期

作物　玉米 (*Zea mays L.*)

數目　12

部位　穗葉

時期　結鬚初期

(Jones，1964)

要素	低 (low)	充足 (sufficient)	高 (high)
		g/kg	
氮	20 - 26	27 - 40	＞40
磷	1.5 - 2.4	2.5 - 5.0	5.1 - 8.0
鉀	10 - 16	17 - 30	31 - 50
鈣	1 - 2	2.1 - 10	＞10
鎂	1 - 1.9	2 - 10	＞10
硫	1 - 2	2.1 - 5.0	5.1 - 8.0
		mg/kg	
硼	2 - 4	5 - 25	26 - 60
銅	2 - 5	6 - 20	21 - 70
鐵	10 - 20	21 - 250	251 - 350
錳	10 - 19	20 - 200	201 - 300
鉬	0.1 - 0.2	＞0.2	-
鋅	15 - 24	25 - 100	101 - 150

(4) 玉米成熟葉中微量元素之評估

(Foth and Ellis，1988)　(Jones，1972)

	葉片濃度 (mg/kg)	
微量元素	缺乏	適宜
硼	＜15	20 - 200
銅	＜4	5 - 20
鋅	＜20	25 - 150
鐵	＜50	50 - 250
錳	＜20	20 - 500
鉬	＜0.1	0.5 - 5

(5) 玉米各種元素之適當濃度，分析部位及採樣時期
(農試所，1981)　(Jones，1964)

元素	Jones (1967) 雌花吐絲期雌穗包葉	Neubert, et al. (1969) 同左	Lockman (1969) 地上部整株播種發芽後 30~45 天
		g/kg	
氮	27.6 - 35	26 - 40	35 - 50
磷	2.5 - 4	2.5 - 5	4 - 8
鉀	17.1 - 25	17 - 30	30 - 50
鈣	2.1 - 10	2.1 - 10	9 - 16
鎂	2.1 - 6	3.1 - 5	3 - 8
硫	---	2.1 - 5	2 - 3
		mg/kg	
鋁	10 - 200	---	0 - 70
硼	4 - 25	15 - 90	7 - 25
銅	6 - 20	8 - 20	7 - 20
鐵	21 - 250	21 - 250	50 - 300
錳	21 - 150	34 - 200	50 - 160
鉬	---	0.6 - 1.0	---
鋅	20 - 70	50 - 150	20 - 50

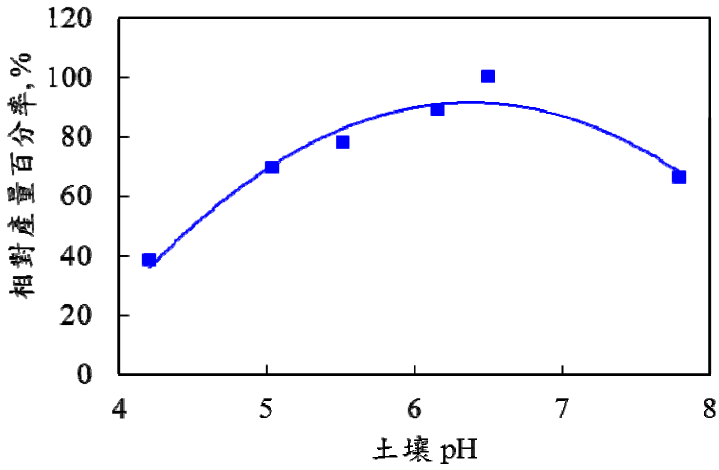
(6)玉米植體中各部位鈣與鎂之有效濃度範圍（Jones，1972）

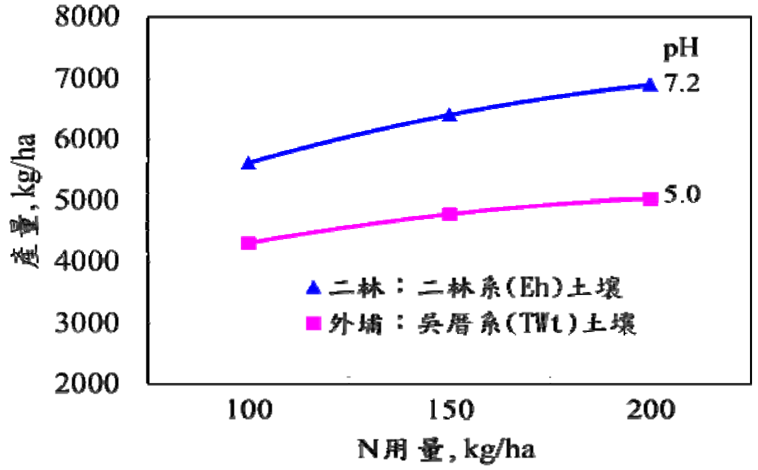
植體部位	生長時期	濃度範圍(mg/kg)	
		鈣	鎂
葉	植體發芽後 30-40 後第 3-4 葉	9,000-16,000	3,000-8,000
初葉	抽穗	2,100-10,000	2,000-4,000
莖	抽穗	1000-3000	1,000-3,000

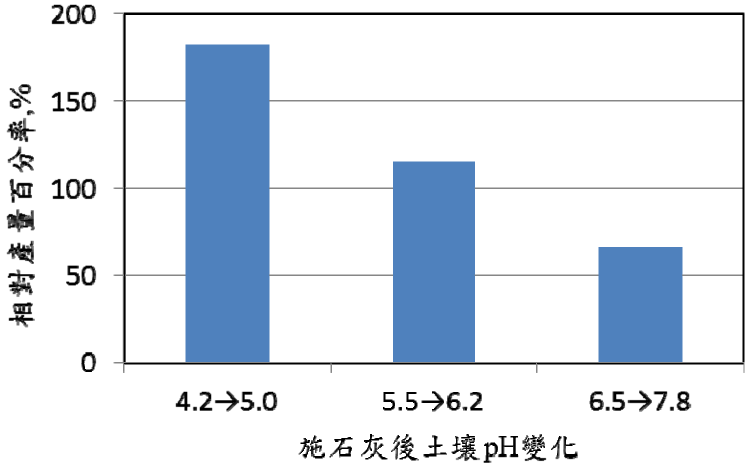
三、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

(一) 酸性土壤改良

玉米對低 pH 值土壤之相對敏感，屬高 pH 敏感度（pH 臨界值 5.0，pH 適宜範圍 5.5-7.0），土壤 pH 影響玉米產量與氮肥效應。將鹼性的石灰資材施入土壤以提昇土壤 pH，同時間接地增進土壤中養分的有效性及有益微生物的活性，為所有酸性土壤改良方法中最經濟實惠者•







(二) 石灰需要量

1. 依作物需要決定施用量-提昇土壤 pH 的目標值

　　決定施用量之前應先瞭解欲種植之作物的生長適宜 pH 範圍，再以提昇土壤至該範圍的中間值附近為目標。一般而言，除栽種鈣需求量大的作物 (如花生)外，施石灰提昇土壤 pH 的目標，礦質土壤以 pH 5.5，有機質土壤以 pH 5.2 即可。在此 pH 值下，鋁與錳毒害已減輕至甚低，同時石灰用量可減少甚多。改良的目標應為全層改良，除非是栽種淺根性的作物，否則不可只改良表面 20 公分。

2. 依土壤性質決定施用量

同樣是 pH 4.4 的兩塊農地，如果要施用石灰使土壤提高到 5.5，兩塊地所需要的石灰量未必相同。此乃因一般所測出之 pH 值，只代表存在於土壤溶液中氫離子的濃度 (稱為活性酸)，而施石灰所需中和的酸，除活性酸外，尚包括存在於土壤膠體上的氫離子或鋁離子 (稱為潛性酸)，這些潛性酸主要是吸附在粘粒和有機質上，所以有機質及黏粒含量愈高的土壤，其陽離子交換容量愈大，石灰需要量亦愈高。

3. 決定石灰需要量的方法

直接培育法及緩衝 pH 測定法。直接培育法較為準確，但較耗時，其他方法所需的時間雖然較短，但其適用性常因土壤性質不同而異。一般而言，可藉助下表 4、5 的簡則來決定土壤的石灰需要量。

表 4、不同質地土壤之石灰需要估算量 (ton/ha，改良 20 公分土層厚度)

pH	砂土及壤質砂土	砂質壤土	壤土	坋質壤土	黏土	有機土
4.5增至5.5	0.7	1.2	1.8	2.8	3.7	8.2
5.5增至6.5	1.0	1.7	2.4	3.5	4.7	8.5

表 5、常用石灰資材之品質

資 材 名 稱	主要化學成分	鹼　度[1]	酸性中和能力[2]
石灰石粉	$CaCO_3$	56	100
消石灰	$Ca(OH)_2$	76	136
生石灰	CaO	100	179
苦土石灰	$CaMg(CO_3)_2$	53-59	90-105
石灰爐渣	$CaSiO_3$	36-48	65- 85
矽酸爐渣	$CaSiO_3$	34-45	60- 80
蚵殼粉	$CaCO_3$	51	92
蟹殼粉	$CaCO_3$	21-26	38- 45

1 鹼度＝%CaO＋%MgO×1.39

2 以石灰石粉之鹼度為 100 時，各種資材之鹼度相對值。

4. 過量施用的缺點

(1) 土壤 pH 值太高，氮揮失，磷固定，鉀易被置換與淋失，除銅外其餘微量要素鐵、錳及鋅會變為不溶性，致發生缺乏徵狀。

(2) 表土可能結成硬核(殼)，不利作物生長。

(三) 石灰的施用法

1. 與土壤均勻的混合

石灰質材的溶解度小，在土壤中的移動速度慢，所以應藉助耕犁將石灰與土壤均勻的混合。可在作物收穫後與下作栽種前的任何時間施用。土壤具有 pH 緩衝能

力，石灰施用後，土壤 pH 並不會立即調昇至盼望的目標，而是逐漸上升。若栽種多年生作物，則石灰與土壤的混合必需在種植前完成，同時儘可能遠離種植期或播種期，以讓石灰有充分時間與土壤反應。栽種對酸度敏感的作物 (如高粱、苜蓿、甜菜、萵苣、茼蒿、芹菜、菠菜、花椰菜、洋蔥、蘆筍、絲瓜、洋香瓜、青椒等) 需在栽種前一年施用石灰，使土壤 pH 有足夠時間調昇，否則難見改良效果。

一般都採用表面撒施後再犁入土中，以求目標深度內的土壤儘可能與石灰接觸。

2. 改良底土酸度的方法

(1) 直接將石灰深施或將石灰懸浮液灌入底土，但需較高費用及需靠施肥機的協助。

(2) 表面施用石膏：石膏中的鈣離子 Ca^{2+}移動較一般石灰中的鈣離子 Ca^{2+}快，因此可藉鈣離子 Ca^{2+}置換底土膠體上的毒性鋁，且石膏中的硫酸根離子 SO_4^{2-}與底土中鋁離子 Al^{3+}形成毒性較低的硫酸鋁離子 $AlSO_4^{2-}$，而減輕底土之鋁毒害。

(3) 大量施用硝酸鈣、硝酸鈉或有機質資材，其中鈣離 Ca^{2+}將隨有機陰離子及硝酸根離子 NO_3^-攜帶下移至底土，屆時作物吸收硝酸根離子 NO_3^-的量將比鈣離子 Ca^{2+}多，因而植物根系會釋出氫氧離子 OH^-或碳酸氫根離子 HCO_3^-，致使根圈附近土壤 pH 值提昇。施用硝酸鈉需注意鈉的遺留。

四、肥料施肥推薦-三要素、次量、微量元素管理

(一) 三要素施肥推薦

1. 三要素推薦用量

(1) 氮推薦量

原則：以土壤硝酸態氮含量及目標產量為基準之氮施用量，如下表。

目標產量 (kg/ha)	土壤硝酸態氮 NO_3^--N 測值 (kg/ha)					
	<5 極低	5-15 低	15-25 中等	25-35 稍高	35-50 高	>50 極高
4,000	100	70	40	20	0	0
4,500	120	90	60	30	0	0
5,000	140	110	80	50	20	0
5,500	160	130	100	70	40	20
6,000	180	150	120	90	60	30
6,500	200	170	140	110	80	50
7,000	220	190	160	130	100	70
7,500	240	210	180	150	120	90
8,000	260	230	200	170	140	110
8,500	280	250	220	190	160	130
9,000	300	270	240	210	180	150

(2) 磷酐推薦量

原則：以土壤有效磷含量及目標產量為基準之磷酐施用量，如下表。

土壤中 Bray-1 磷含量（mg/kg)	磷酐施用量（公斤/公頃)
9 以下	100~150
9~17	50~100
18~32	50
大於 32	0~50

註：不整地栽培者需增加 10~20 公斤/公頃。

(3) 氧化鉀推薦量

原則：以土壤有效鉀含量及目標產量為基準之氧化鉀施用量，如下表。

土壤中交換性鉀含量(mg/kg)	氧化鉀施用量(公斤/公頃)
50 以下	70~100
50~66	35~70
大於 66	0~35

註：不整地栽培者，需增加 10 公斤/公頃。

2. 三要素施用時期及分配率 (%)

各要素施用時期及分配率

土壤質地別	要素別	基肥 (整地時)	追肥 (播種後 25~30 天或株高 30~40 公分齊膝期)	穗 肥 (雄穗抽出期前 5~10 天)
壤土或更黏土壤	氮 N	50%	50%	—
	磷酐 P_2O_5	100%	—	—
	氧化鉀 K_2O	50%	50%	—
砂質土壤	氮 N	30%	40%	30%
	磷酐 P_2O_5	100%	—	—
	氧化鉀 K_2O	50%	50%	—

註：不整地栽培者比照砂質土壤。在壤土或更黏土壤之氮素用量如不超過 180 公斤，可依上表施用，如超過，則超過部份宜移充穗肥施用。

(二)次量要素肥料之特性與施用要領

1. 鈣肥

(1) 鈣肥的種類及特性

大部分來自石灰物質，例如石灰石、白雲石、石膏、磷灰石等，都含有大量的鈣，部分鈣肥及其成分、鹼度、酸中和能力，如表 5。此外，煉鋼副產物之

各種矽酸鹽溶渣，包括矽酸爐渣、石灰爐渣及脫硫爐渣等；火力發電後的煤灰及天然的蚵殼均可供應作物生長所需的鈣及中和土壤的 pH 值。蚵殼因含有鈉，最好不要大量及連年施用。爐渣另含有磷、硫、鐵、錳等作物生長所需的養分，不過亦含有鎳、鉻、鈦等重金屬，施用量必需注意，以免造成毒害。石膏除可提供鈣肥外，亦可改良底土的酸度，因為石膏中的鈣移動較一般石灰中的鈣快，因此，可藉鈣置換底土膠體上的毒性鋁，且石膏中的硫酸根與底土的鋁形成毒性較低的硫酸鋁離子 $AlSO_4^+$，亦可減輕底土的鋁毒害。

(2) 鈣肥的品質

石灰資材在中和土壤酸度的潛力，以石灰石粉的相對鹼度表示，其中相對鹼度大者，中和酸度的潛力也大，所需施用量愈少 (表 5)。

按中和土壤酸度的效果高低將石灰資材分類三類，如下表 6。 石灰石粉或白雲石粉，都屬於石灰岩所磨製，其鎂含量因石灰岩種類而有很大差異，應加強鎂之標示。

表 6、石灰資材之等級

優等	次等	劣等
石灰石粉 (碳酸鈣)、生石灰、消石灰、苦土石灰、氧化鎂、氫氧化鎂、爐渣	氯化鈣、氯化鎂、硫酸鈣、硫酸鎂、碳酸鈉、氫氧化鈉	硫酸鈉、氯化鈉

(3) 石灰的施用(見前)

2. 鎂肥

(1) 鎂肥的種類及特性

A. 硫酸鎂：硫酸鎂為製鹽副產的苦汁，冷卻後即得，含氧化鎂 11-15%，為生理酸性肥料，對於酸性土壤不宜施用，對於石灰質鹼性土壤甚為適宜。

B. 碳酸鎂：碳酸鎂為苦汁中加入氫氧化鎂或碳酸鈉，使二氧化碳作用即得，含氧化鎂 30-40 %，呈鹼性。

C. 苦土石灰：大多數石灰肥料均含鎂，其含量在 10 %以上者稱鎂質石灰、白雲石灰或苦土石灰。

(2) 鎂肥施用

表 7、基肥施用硫酸鎂推薦量-玉米防治缺鎂徵狀 (花蓮片岩冲積土 pH 5.9)

處理	對照	$MgSO_4$ (500kg/ha 作基肥施用)	$MgSiO_2$ (500kg/ha 作基肥施用)
產量指數	100	152	133

表 8、葉面噴施 $MgSO_4$ 推薦用量-玉米防治缺鎂徵狀
(花蓮光復岩冲積土 pH 5.9)

處理	對照	$MgSO_4$	$MgSO_4$	白雲石粉	蛇紋石粉	葉面施肥*
用量	0	250kg/ha 作基肥	500kg/ha 作基肥	500kg/ha 作基肥	1,000kg/ha 作基肥	噴施 1%MgSO4
產量指數	100	106	126	117	111	121

*葉片出現缺鎂症狀時噴 1% $MgSO_4$，每 10 天一次，共 4 次
白雲石分子式 $CaMg(CO_3)_2$　蛇紋石分子式 $(Mg,Fe)_3SiO_2O_5(OH)_4$

(三) 微量要素肥料之特性與施用要領

表 9、微量要素肥料的種類、性質、土壤施用量與葉面施用濃度 g/L

肥料種類	主成分含量%	土壤施用 kg/ha	葉面施用濃度%	性質說明
硫酸亞鐵	19	50-60	1-2	硫酸亞鐵在土壤中易被固定，在植物體中移動性差，且在中鹼性土壤中很快轉化成難溶性，故鐵肥多採葉面施肥。鉗形鐵無上述缺點，但價昂。鐵肥殘效不明顯，需年年施用。土壤施用硫酸亞鐵後，若能酌量施用有機肥，則鐵的有效可大為提高
鉗形鐵	9-12	20-30	1-2	
硼　砂	11	4-15	1-2	硼需要量隨作物不同，變異極大，十字花科、豆科及根莖類作物為水稻的十數倍。硼肥殘效可維持三至四年，不可施用過量以防毒害
硼　酸	17.5	2.5-10	0.5-1	
硫酸錳	26-28	30-40	1-2	施入中或石灰性土壤容易成為不溶態，因此，基肥多推薦條施。鹼性土壤缺錳以葉面施肥效果較佳。錳肥殘效不明顯，需年年施用
氯化錳	17-19	40-50	-	
硫酸銅	24-25	12-24	0.2-0.5	為很多殺菌劑之成分，且易為土壤膠體吸附，淋失量甚微，銅之缺乏甚少發生。施用量要控制好，避免造成土壤及作物的污染。銅殘效明顯，每隔三至五年施用一次
硫酸鋅	24	40-80	1-2	鋅在土壤中的殘效為三至五年，可根據土壤及植體分析決定是否施用
氧化鋅	78	30-50	-	
鉬酸銨	54	0.5-0.8	0.1-0.2	酸性土壤較有缺鉬之可能，施用石灰多數已足夠矯正缺鉬現象。鉬肥每施一次可發揮數年的殘效

五、 玉米之灌溉適期、灌溉指標、灌水量

表 10、玉米之灌溉適期、灌溉指標、灌水量

灌溉時期	灌溉指標 (cbar) (30 公分深土壤水分張力計-cbar)	灌水量(mm)
播種後 25-30 天	＞50	春作 40　秋作 60
雄穗抽出始期	＞50	春作 40　秋作 60
吐絲期	＞50	春作 40　秋作 60

六、綠肥作物之利用管理

(一) 適宜栽培之綠肥作物

1. 臺灣地區栽培之綠肥作物主要以豆科植物為主，如田菁、太陽麻、大豆類、紫雲英、埃及三葉草、富貴豆、苕子、羽扇豆 (魯冰) 及多年生花生等，非豆科植物如油菜、大菜、蕎麥、早苗蓼等。
2. 依栽培季節可區分為秋冬季綠肥作物及夏季綠肥作物，秋冬季綠肥作物如大豆類、紫雲英、埃及三葉草、富貴豆、苕子、羽扇豆 (魯冰)、油菜、大菜、蕎麥、早苗蓼等，夏季綠肥作物如田菁、太陽麻、大豆類等。
3. 依生長期長短又可區分為一年生及多年生綠肥作物，一年生綠肥作物如田菁、太陽麻、大豆類、紫雲英、埃及三葉草、富貴豆、苕子、羽扇豆 (魯冰)、油菜、大菜、蕎麥及早苗蓼等，多年生綠肥作物如多年生花生。

(二) 綠肥作物養分利用

1. 主要綠肥作物鮮草產量與養分含量

表 11、主要綠肥作物鮮草產量與養分含量

綠肥種類	鮮草產量 (kg/ha)	鮮草養分含量 (%)		
		氮(N)	磷酐(P_2O_5)	氧化鉀(K_2O) (K_2O)
大豆類(青皮豆)	15,000-30,000	0.61-0.82	0.07-0.09	0.46
富貴豆(虎爪豆)	20,000-30,000	0.13-0.18	0.10-0.12	0.35-0.42
田菁	25,000-35,000	0.42-0.52	0.05-0.06	0.37-0.47
太陽麻	20,000-30,000	0.37	0.08	0.14
苕子	30,000-50,000	0.56	0.13	0.43
埃及三葉草	20,000-30,000	0.48-0.56	0.09-0.18	0.24-0.55
紫雲英	10,000-34,000	0.48	0.09	0.37
羽扇豆(魯冰)	10,000-20,000	0.40	0.07	0.30
多年生花生	20,000-25,000	0.37	0.03	0.54
油菜	10,000-30,000	0.21-0.36	0.02-0.08	0.28-0.40
大菜	7,700-15,000	0.20-0.28	0.08-0.10	0.47-0.58
蕎麥	6,000-17,000	0.36-0.44	0.08-0.15	0.32-0.38
早苗蓼	15,000-20,000	0.20-0.33	0.11-0.20	0.55-0.93

2. 綠肥作物後玉米肥料減施原則

善用綠肥植體之養分，後作務必減施肥料用量 (尤其是氮肥)：

(1) 前作綠肥如在幼嫩期即翻犁掩埋，因碳氮比低分解極快，後作作物玉米 (長生育期作物) 可減施綠肥所含氮量之 75% (如為短期生育作物如葉菜類蔬菜，可減施綠肥所含氮量之 50%)。

(2) 綠肥如在成熟期時掩埋，因碳氮比較高分解速率較慢，後作物之玉米則可減施綠肥所含氮量之 50%。

(3) 一般而言，綠肥植體中之磷鉀含量不如氮多，綠肥掩埋後，後作磷鉀減施量約為綠肥體中磷鉀含量之 50%。